JAXA's
［ジャクサス］December 2009
宇宙航空研究開発機構機関誌
No.029

JAXA's No.029
宇宙航空研究開発機構機関誌

Contents

表紙：国際宇宙ステーション（ISS）のロボットアームに把持され、ISSから取り外された宇宙ステーション補給機（HTV）技術実証機。ISSの窓ごしに撮影しており、後方に見えるのが、「きぼう」日本実験棟（10月30日、NASA提供）

INTRODUCTION

打ち上げから再突入まで2か月近くに及んだ宇宙ステーション補給機（HTV）技術実証機のミッションは、成功裡に終了しました。今回インタビューしたHTVプロジェクトの麻生フライトディレクタによれば、「これだけ長い時間をかけて準備したのだから失敗はあり得ない」という感覚だったそうで、日本の宇宙開発の技術力の高さを感じさせられました。巻頭では、来年の打ち上げに向けて準備が進む金星探査機「あかつき」と、それに相乗りする小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」をご紹介します。

今年1月に打ち上げた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」に続き、地球温暖化問題に取り組む雲エアロゾル放射ミッション「EarthCARE」の概要は、東京大学気候システム研究センター長の中島映至教授に話してもらいました。EarthCAREの打ち上げは2013年の予定です。今回も、切れ目なく続く日本の宇宙開発の一端をお楽しみください。

打ち上げ間近！

金星気象の謎に迫る世界初の探査機「あかつき」

JAXAでは2010年に金星探査機「あかつき」（PLANET-C）の打ち上げを予定しています。打ち上げに向け探査機の最後のテストが続く相模原キャンパスで、宇宙科学研究本部 PLANET-C プロジェクトマネージャの中村正人教授に、探査計画の概要とねらいを5つのポイントに絞って聞きました。

中村正人
NAKAMURA Masato
PLANET-C
プロジェクトマネージャ

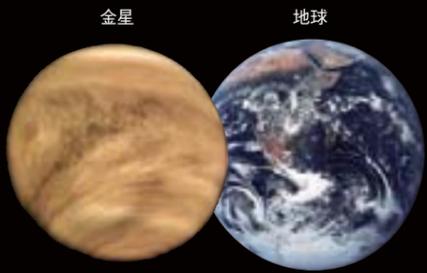
一番星をめざす「あかつき」がねらうのは

「一番星」として夕焼け空でひときわ明るく輝き始める金星を、もっとも身近な星と感じておられる方も多いと思います。地球軌道のすぐ内側に位置する金星は、サイズも地球の0・95倍とほぼ同じ大きさであり、心理的にも距離的にも非常に近い惑星と言えるでしょう。

さらに科学者から見た金星は、たくさんの謎に包まれた魅力的な惑星です。

金星があれほど明るいのは分厚い雲が太陽光のほとんどを反射してしまうからですが、その雲は濃硫酸でできています。大気はCO_2が主成分で地表の気圧は90気圧、地球なら900mの深海底と同じ気圧です。雲にさえぎられ太陽光は地表までほとんど届かないのに、気温は400~500度C。私たちの想像をはるかに超える世界であり、地球の常識からは考えられないような不思議な大気の循環も起きています。

「兄弟星」と言ってもいい存在である金星と地球。いったい何が違うことで、この差が生まれているのでしょうか。

なぜ金星は地球のようではなく、なぜ地球は金星のようではないのか。そのダイナミックな気象現象を立体的に調べようとする世界初の探査機が「あかつき」なのです。

H-IIAロケットで打ち上げ、半年かけて金星に

「あかつき」は、実績を重ねたH-IIAロケットで打ち上げられます。H-IIAにとって初の惑星探査機であり、また大変軽いペイロードでもあります。打ち上げ能力に余裕があるため、いくつかの衛星や実証機も相乗りします。

金星到達はちょうど来年の今頃（2010年暮れ）の予定です。地球と金星の公転面が交差するタイミングとなることからこの時期をねらって打ち上げます。約半年の飛行を終え金星近傍に到達した「あかつき」は、タイミングを見計らって急減速し、金星を周回する軌道に入ります。この瞬間がミッションを通してのハイライトとなるでしょう。

その時の地球と金星の距離は約7500万km、電波で片道4分あまりかかる距離です。減速のためスラスタ（エンジン）の噴射をするのは、地球から見て探査機が金星の裏側に回り込み始める時。一発勝負の噴射のタイミングを決めるには、探査機の正確な位置（軌道）が重要で、そのためにNASAの協力を得て、DSN（ディープスペースネットワーク）の大型アンテナも使って探査機の軌道を正確に決定します。DSNはボイジャーやパイオニアなどNASAの探査機を支えてきた大型アンテナによる地球規模のネットワークですが、ちょうどNASA側のカウンターパートであるジム・グリーン博士は、ジオテイル（地球の磁場やプラズマを観測。1992年打ち上げ）の開発を通じて知り合った20年来の友人でもあり、日米の協力関係も非常に良好です。

噴射を終え、周回軌道投入の成否が判明するのは数時間後。管制室に張り付いて過ごすその数時間がどんなものになるかまだ想像はつきませんが、「明けの明星」として輝く金星をすがすがしい気持ちで眺められるよう、必要なすべての準備を整えています。

PLANETシリーズ 3機目の探査機

「あかつき(PLANET-C)」は日本にとって「すいせい（PLANET-A）」「のぞみ（PLANET-B）」に続く、同シリーズ3番目の探査機です。「すいせい」は、旧宇宙科学研究所が総力を結集して取り組んだハレー彗星探査機で、日本が惑星間軌道へ送り込んだ初の探査機でした。続く「のぞみ」は火星探査機ですが、プロジェクトを立ち上げる段階では金星をめざすという案も検討されたことがありました。探査機そのものは残念ながらトラブルが重なり火星周回軌道に投入することはかなわず、科学観測も一部しか行えませんでした。しかし運用面で貴重な経験を積むことができました。

「すいせい」に先立ち、「さきがけ」という同型の技術実証機が打ち上げられましたが、「あかつき」は似たような意味で、工学実証を主目的としつつ小惑星の詳細な観測を行った「はやぶさ」から、宇宙機としての骨格の部分を受け継いでもいます。

金星をめざすのは初めてですが、「あかつき」には、これまでに運用されてきた多くの衛星や探査機の経験と蓄積を注ぎ込まれているわけです。

そもそも最初に金星の探査に力を注いだのは旧ソ連でした。彼らが金星に送り込もうとしたヴェネラという探査機は60~80年代までシリーズを重ね機番は16号にまで及びました。続いてアメリカのマリナーやパイオニアヴィーナス、マゼランが観測をし、最近ではヨーロッパのヴィーナスエクスプレスが大気の成分などの観測を始めています。そうした各国の探査の実績や戦略などを踏まえつつ「あかつき」の探査は計画されています。

2008年夏から冬にかけ、打ち上げに向けた試験が続けられた

「4日循環」の謎に迫る

「あかつき」の英語略称はVCO（Venus Climate Orbiter）、金星軌道を周回する「気象衛星」です。こうしたねらいをもつ探査機はもちろん世界でも初めてです。

ターゲットとする最大の謎は、金星の自転の何十倍もの速度で大気が動く「4日循環」とよばれるすさまじい気象現象です。これを観測するため、「あかつき」の周回軌道は特別にデザインされています。もっとも近づく時の高度が約300km、離れる時（遠金点）の高度約7万2000kmとなる1周30時間の長楕円軌道ですが、そのうち遠金点前後の24時間を大気の動きと同期させた――同じ雲の真上を飛ぶ――軌道なのです。

「4日循環」と似たような大気の動きはその後、土星の衛星「タイタン」にも見つかり、英語では「スーパーローテーション」とよびます。自転より速い大気の動きは、ひょっとしたら大気をもつ天体にとってそれほどめずらしくないのかもしれません。

「あかつき」の観測により、まずは金星の「スーパーローテーション」のメカニズムの解明につながる詳細なデータが得られることでしょう。世界中の惑星科学の研究者から期待が寄せられるゆえんです。

LAC（雷・大気光カメラ）
LIR（中間赤外線カメラ）
UVI（紫外線カメラ）
IR1（1μmカメラ）
IR2（2μmカメラ）

5台のカメラで精密観測

「あかつき」が過去の各国の探査計画に比べもっとも強みとする点が、5台ものカメラで観測を行う点です。

06年から観測を始めたヨーロッパのヴィーナスエクスプレスは、高精度の分光器で観測を続け、大気の成分を詳しく調べ上げました。「そこに何があるか」をつかんだわけです。一方、私たちは複数のカメラを用いて金星の気象を立体的に把握します。つまり「何が起こっているか」「どこで起こっているか」を調べることになるわけです。日欧の観測データは互いを補完するものになると期待されています。

カメラの内訳は、紫外線カメラ1台と、赤外線に感度をもつ3つのカメラ、そして雷観測に特化した高速度カメラ1台です。もともと4日循環の手がかりは地上からの紫外線の観測から得られたもの。UVIとよばれる紫外線カメラは、雲の微妙なコントラストを見分け、その動きを詳細にとらえます。

IR1、IR2、LIRという3つの赤外線カメラは、地表面や数十kmの高さの雲、雲の頂部から発せられる赤外線をとらえます。それぞれのカメラの画像は特定の温度域や特定の物質にねらいを定めていますが、さらに互いの画像を重ね合わせたり差し引きしたりすることで、新たな現象が発見できるかもしれません。

そして雷カメラ。もともと金星に雷が存在するかどうかは、惑星科学者の間で20年来の論争となっており、同一人物が「存在する」「存在しない」という両方の論文を書いてしまうほどホットなテーマです。

雷カメラは、その論争に終止符を打つための高性能なカメラです。金星の夜側から、1秒間に5万回という高速撮像を行い、撮影した画像のうち成功したものだけを蓄積・伝送するスマートな頭脳を備えています。

*

これらの観測機器のPI（主研究者）を務める気鋭のメンバーをご紹介しましょう。

IR1を担当するのは東大の岩上直幹准教授。地球上層の大気の動きを研究してきました。IR2の佐藤毅彦はJAXA教授。金星のチリや木星のオーロラなどを研究テーマとし、PLANET-CのためにJAXAにやってきました。UVIの北大・渡辺重十教授は電離層やプラズマの研究者です。雷カメラの北大・高橋幸弘教授は大気上層から宇宙に届く放電現象「スプライト」の専門家です。

LIRの立教大・田口真教授はオーロラ分光学を専門としていますが、南極の昭和基地で越冬中にメールを送ってこの探査計画にリクルートしました。ちなみに岩上准教授と高橋教授も越冬隊OBですので、南極経験者が異常に高い比率となっています。

また、もう1つ忘れてはならないのが、6番目の観測プロジェクトである電波科学のPIを務めるJAXA准教授の今村剛。きわめて正確な電波発信機を搭載し、金星の大気をかすめて地球に届く電波の周波数のブレから、大気の層構造を解き明かそうというものです。今村は子ども時代から気象が好きだったそうですが、「4日循環」をねらう探査機の観測軌道は彼のアイデアから生まれていることを付け加えておきましょう。

*

そもそも金星は地球の内側を回る惑星であるため、金星が地球から見て太陽から離れていて眺めやすい時には、半月状にしか見えません。丸く見えるのは「太陽面通過」（直近では2004年6月と2012年6月）の時に、シルエットとして見えるだけ。「あかつき」の最初の成果は、丸く輝く金星の姿を皆さんにお見せできることかもしれません。

私が個人的に、過去の科学探査でとらえられた太陽系の映像で気に入っているのは、欧州の着陸プローブ「ホイヘンス」がとらえた土星の衛星タイタンの渚、NASAのローバーがとらえた火星の竜巻、そして太陽観測衛星「ひので」がとらえたぶくぶくと沸き立つ太陽面……。それらに匹敵する、太陽系のダイナミックな現象を「あかつき」がとらえることを期待し、長年の疑問を暁解させるような観測データが得られるものと信じています。（談）

金星周回軌道での観測計画

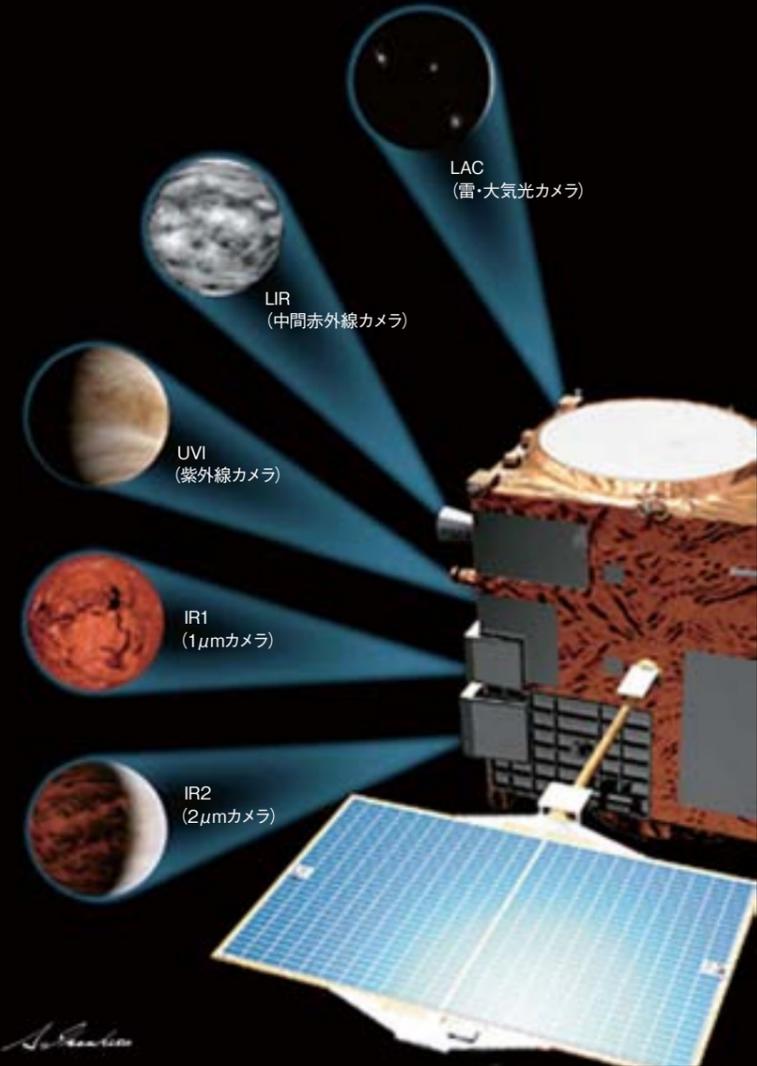
遠金点
軌道周期30時間
大気圏を水平に貫く電波を地上で受信して温度の分布を計測
雲や大気の層構造を横から見て撮影
クローズアップ撮影／雷観測／大気光撮影
高速の大気循環と同期して飛行しつつ、雲や大気深部や地表面を動画として連続撮影

IKAROS

太陽光の力で進む宇宙ヨット

2010年にH-IIAロケットで打ち上げ予定の
ソーラー電力セイル実証機IKAROSは、金星探査機「あかつき」と相乗りで
金星に向かう軌道に投入されます。現在、打ち上げに向け
急ピッチで開発が進められているIKAROSとは、いったいどんなミッションなのか。
開発を担当する月・惑星探査プログラムグループの森 治 助教に聞きました。

森 治
MORI Osamu
月・惑星探査プログラムグループ 助教

上／IKAROS(現在の状況)
左／IKAROS(軌道上でのイメージ)

第1の目的はソーラーセイルの実証

IKAROSの第1の目的はソーラーセイルの実証です。ソーラーセイルは、ひと言で言うと「宇宙ヨット」です。海の上を走るヨットを宇宙で飛ばそうという発想です。

ヨットはセイル（帆）に風を受けて進みますが、ソーラーセイルは太陽の光、つまり太陽光圧を受けて進みます。宇宙空間を飛ぶために燃料を使わない宇宙船なのです。ソーラーセイルのコンセプト自体は昔からあるもので、欧米でもさかんに研究が進められていますが、まだだれも実現していません。しかし、まだだれも実現していません。IKAROSが成功すれば、世界初となります。

IKAROSのもう1つの目的は、薄膜太陽電池による発電です。太陽の光を受けるソーラーセイルに薄い膜の太陽電池を貼り付けて発電しようという、オリジナルなアイデアです。太陽電池による発電は、地球周回の人工衛星では当たり前に行われていますが、太陽から遠く離れたところに行く宇宙船では事情が異なります。たとえば、木星と太陽の距離は地球と太陽の距離の5倍ありますが、距離が5倍離れると太陽電池の発電量は25分の1になってしまいます。そのため、これまで木星以遠に行った探査機は太陽電池ではなく原子力電池を使っています。一方、ソーラーセイルは太陽光圧を受けるために、大きなセイルを広げます。そのぶん太陽電池の面積も大きくできるので、木星ほどの距離でも十分な太陽光発電ができるのです。

膜面は厚さ7.5マイクロメートルのポリイミド

IKAROSのセイルに使う膜は、7.5マイクロメートルと非常に薄いものです。髪の毛の太さが100マイクロメートルと言えば、薄さが実感できるでしょう。膜の薄さも重要ですが一番の問題は宇宙環境での耐久性です。IKAROSの膜の素材はポリイミド樹脂で、人工衛星などで断熱材として用いられています。現時点でポリイミドが、ソーラーセイルとして利用できる唯一の素材だと考えられています。私たちは接着剤を用いなくても、熱を加えて融着することで貼り合わせられるようポリイミドを改良しました。IKAROSのセイルはこのポリイミド膜にアルミを薄く蒸着して、太陽光をよく反射するようにしています。

IKAROSのセイルの一部には、薄い膜のアモルファス・シリコン太陽電池を貼り付けています。この薄膜太陽電池はセイルと一緒に展開でき、人工衛星で用いられている硬い太陽電池パネルに比べて軽量です。薄膜太陽電池はクリーンエネルギー技術として、商業利用や地球環境にも貢献できます。

IKAROSはセイルの方向を変えるためにガスジェットを搭載しています。将来的にはイオンエンジンで、セイルの方向制御も実施する予定です。一方で、ガスジェットやイオンエンジンと異なり燃料を使わず、あくまで太陽光だけでセイルの方向を変えるために姿勢制御デバイスを開発しました。これは、太陽の光の反射率を曇りガラスのように切り替える装置で、IKAROSのセイル膜の端に貼り付けられています。セイルの左右で太陽から受ける力のバランスを変えてセイルを傾ける実験を軌道上で行います。

日本独自のスピン型方式で膜を展開

セイル膜は、展開した状態で差し渡しが20ｍの正方形になります。打ち上げ時には折り曲げて十字の形にしたものを、グルグルと本体に巻き付けて収納します。展開する時には、逆をやればいい。展開する時には、逆をやればいい。探査機は常に回転していますから、遠心力で開いていきます。まず先端マスという膜の四隅にある重りを解放します。先端マスに引っ張られて十字に広がります。最後に膜が正方形に広がるという流れです。

展開前は20ｒｐｍ（※）程度の回転数でスピンしますが、展開時に徐々に回転数が落ちて、最終的には1〜2ｒｐｍの回転数で常に展開した形を保ちます。これをスピン型展開方式と言っています。

アメリカやヨーロッパで考えられている方式は、マストあるいはブームと呼ばれる支柱を伸ばして展開するタイプです。支柱を使った方法だと手堅く展開できますが、セイルの大きさが50ｍ、100ｍとなると支柱自体の重さが問題になってしまいます。実用的なソーラーセイルをつくるなら支柱がないタイプになると、私たちは信じてやっています。

膜は非常に薄いものなので、展開に失敗すると破れてしまいます。素材の強度は高いのですが、一度破れるとそこから一気に裂けていきます。全く亀裂が起きないようにすることは難しいので、裂け目が入っても途中で止まるような構造も採り入れてあります。ですから、膜が裂けても致命傷にはならず、ソーラーセイルの性能が劣化するだけです。

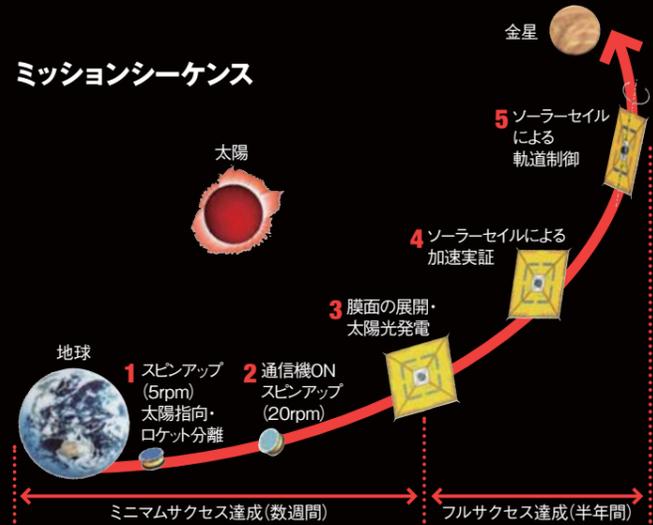
チームの中でも、IKAROSのセイルの形になるまで、どのような折り方がよいか、試行錯誤の連続でした。実際に膜を切って折って、地上で多数の実験を行いました。観測ロケットに乗せて打ち上げたり、気球に乗せて40㎞上空で実験も行いました。数多くの失敗も経験して、より手堅く開くということでこの方法に行きつきました。

※ｒｐｍ：1分間に繰り返される回転の回数（revolutions per minute）

将来は木星まで行く予定

IKAROSは、まずソーラーセイルの展開と太陽光による発電を目標にしています。そこまでは数週間で達成できます。その後、半年ほどかけてソーラーセイルの加速の実証と軌道のコントロールを行います。それができれば完全な成功となります。

IKAROSは金星に向かって飛んでいきますが、ソーラーセイルの実証自体は金星でなくてもよかったのです。ただ、惑星間飛行という点にはこだわりました。海外では地球周回のソーラーセイルが計画されていますが、これは重力の影響を受けるため不十分で、惑星間で飛ばして初めて実証実験だろうと、私たちは考えています。IKAROSという名前の〝I〟は〝Interplanetary〟、つまり「惑星間」という意味を込めています。

将来の「木星・トロヤ群小惑星探査計画」では、ソーラー電力セイルで木星圏を飛行する予定です。セイルの大きさは差し渡し50ｍになり、イオンエンジンも搭載する予定です。ソーラーセイルは燃料を使いませんから、ある意味、究極の推進方法なのですが、太陽光に依存しているため進みたい方向に進むための調整が難しいのと、好きなように加速できないことが弱点です。

一方、イオンエンジンは比推力が高く積載した燃料を効率よく利用できるのですが、電力消費が激しいのが弱点です。ソーラー電力セイルにイオンエンジンを組み合わせたハイブリッド宇宙船ならば、イオンエンジンの駆動に必要な電力を薄膜太陽電池から供給することができ、加速も自由にできます。これが私たちの考えている木星圏に行くための方法で、IKAROSはその実証機なのです。（談）

＊19ページにIKAROSキャンペーンのご案内を載せていますので、ぜひご覧ください。

膜面形状と配置

差し渡し20m
姿勢制御デバイス
薄膜太陽電池
ダストカウンタ
テザー
先端マス

膜面(ポリイミド)
7.5μm(マイクロメートル)

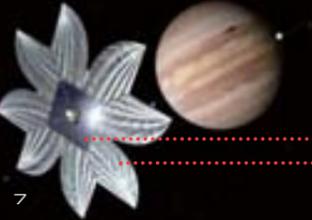
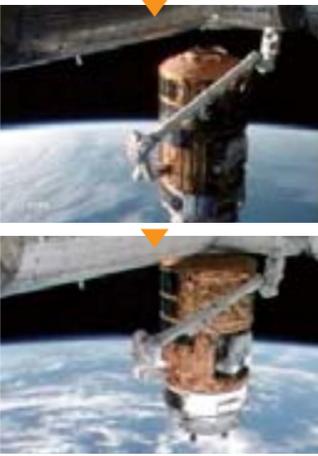
薄膜太陽電池
(アモルファス・シリコン)
25μm(マイクロメートル)

展開手順・機構

先端マス解放
アクチュエータにより先端マスを分離
一次展開(準静的)
モータ駆動により回転ガイドを相対回転
二次展開(動的)
アクチュエータとバネヒンジにより回転ガイドを解放

ミッションシーケンス

地球
太陽
金星
1 スピンアップ(5rpm) 太陽指向・ロケット分離
2 通信機ON スピンアップ(20rpm)
3 膜面の展開・太陽光発電
4 ソーラーセイルによる加速実証
5 ソーラーセイルによる軌道制御
ミニマムサクセス達成(数週間)
フルサクセス達成(半年間)

木星・トロヤ群小惑星探査計画
薄膜太陽電池
超薄膜太陽帆

ISSに結合するHTV技術実証機
（上：ISS下方30mから接近する、中：結合を開始、下右：結合完了）

HTV技術実証機 打ち上げから大気圏再突入までの53日間

2009年11月2日未明、国際宇宙ステーション（ISS）軌道の下方約5kmを飛行していた宇宙ステーション補給機（HTV）技術実証機は、さらに高度を落とし、日本時間の午前6時26分頃、ニュージーランド上空において高度120kmに達して大気圏に再突入し、打ち上げ以来53日間の全ミッションを終了しました。HTV技術実証機は9月11日にH-ⅡBロケット試験機により種子島宇宙センターから打ち上げられ、同18日、ISSと結合。1か月半近くISSに係留された後、10月31日未明にISSから離脱していました。打ち上げから大気圏再突入に至る今回のミッションの詳細を、有人宇宙環境利用ミッション本部HTVプロジェクトの麻生 大フライトディレクタ、ファンクションマネージャに聞きました。

これだけ長い時間かけて準備したのだから失敗はあり得ないという感覚だった

—打ち上げの時はどういうお気持ちでしたか。

麻生　HTVもH－ⅡBも初めてだったので、不安な気持ちをお持ちになった皆さんもいらっしゃったのではないかと思いますが、私は、これだけ長い時間をかけて準備し、試験もしているのだから、失敗はあり得ないという感覚が強かったですね。打ち上げ直前に、ロケットに電源を供給しているアンビリカルコードが離れると、それまで監視していたHTVからのデータは管制室へは来なくなります。ですから、第2段ロケットからHTVが分離し、米国の中継衛星経由でHTVからのデータが来た時には、みんなガッツポーズでした。

—ISS（国際宇宙ステーション）に接近していく間、ここの管制室ではどのようなことをされていましたか。

麻生　HTVがISSから遠いところにいる時は、ISSの位置と速度をHTVに教えるためのコマンドを何度も送ります。それから、HTVの高度をISSと同じおよそ350kmまで上げていく軌道制御を行うのですが、まず私たちが教えたISSの位置・速度をもとにHTVが軌道制御の量と方向を計算し、その結果を地上に送ってきます。計算結果が合っていると地上から実施許可コマンドを打ち、それによってHTVがスラスタ噴射を行うのです。これを二十回以上繰り返しました。

—HTVは途中で何度も「一時相対停止」をして状況を確認しながら、ISSに接近していったわけですが、最初に止まったのは、どのポイントですか。

麻生　ISSと同じ高度で、後方5kmのところです。この少し前に、ISS、HTV両者に関わる運用の全体指揮権がNASAに移り、HTVだけの運用は引き続き私たちのチームが行います。ここからは待ったなしです。何か不具合があれば衝突回避マヌーバといって、ISSから遠くに離れることを想定しながら近づいていくわけです。

—次に止まるポイントはISSの真下、300mのところでしたね。この頃には、ISSからHTVは見えていたのでしょうか。

麻生　6kmも離れているところからカメラには写っていたそうです。ISSから送られてきた映像を見て、ほんの1週間前まで種子島にあったあの大きい宇宙船が今、あそこにあると思うとちょっと不思議な気がしましたね。しかもHTVのサーマルブランケットは金色で、目立ちます。ISSのクルーもきらきら輝いてきれいだと言っていました。

麻生 大
ASOH Dai
有人宇宙環境利用ミッション本部
HTVプロジェクト フライトディレクタ、
ファンクションマネージャ

軌道上の画像はNASA提供

HTVの分離直前、HTV補給キャリア与圧部内の寄せ書きの前でポーズをとる第21次長期滞在クルーの面々

飛行があまりにうまくいったため予想以上の推進薬がタンクに残った

—HTVはそのまま300mまで上がっていきます。ここからも順調だったのですか。

麻生　はい。ただしこの時点で1つ、小さな懸念事項がありました。HTVの飛行があまりにうまくいってしまったため、推進薬が予想以上にタンクに残っていたのです。そのため、タンク内の空いているスペースが少なく、推進薬を押し出すために必要な圧力が不足してしまいました。そこで、300mのポイントでタンク内の気体の圧力を上げる「補加圧」が急きょ必要になってしまったのです。

—そうですか。すごく忙しかったでしょうね。次は30mのポイントですが。

麻生　30mまで行く間の運用がいちばん大変でした。300mのところで姿勢制御用のスラスタの1つが過熱してしまいました。そこで、スラスタを主系から従系に切り替えたのです。HTVのスラスタは2系統に分かれていて、一方がダメになっても、もう一方を作動できるようになっており、さらにメインエンジンがあります。

—HTVは有人の施設にドッキングするものなので、そのあたりは事前に設計されていたわけですね。

麻生　そうです。1つ故障しても運用可能、2つ故障しても安全というのは、有人ならではの大命題ですから。

—さて、いよいよ最後のポイント、10mですね。ここまで来れば、あとはISSのクルーがロボットアームを使って、HTVをISSにドッキングさせるわけです。10mのポイントに達するまで、どんなお気持ちでしたか。

麻生　30mを出発すると、もうコマンドを山のように打つことはなくなります。データをチェックしながら10mで止まるのを待つだけです。失敗してリトライする訓練を何度となくしてきましたので、何が来ても怖くないという感じでした。HTVは予定どおりの位置にぴたりと止まりました。

非常に精度の高い素晴らしい宇宙船だとISSクルーも絶賛してくれた

—初めてなのに、すべてが本当に順調にいきましたね。

麻生　いろいろなケースの訓練をしてきましたので、補加圧が必要になっても、スラスタが熱くなっても、あわてずに対処できたのが成功の鍵だったと思います。

—その後、ISSとのドッキング、ハッチオープン、荷物の移動などが行われたわけですが、ISSのクルーはHTVについて何と言っていましたか。

麻生　とにかく素晴らしいと、非常にほめてもらいました。特にISSに近づいた際の正確さですね。それから、地上のチームも非常に訓練されていていいチームだと言ってくれていますし、HTVそのものも非常に精度の高い素晴らしい宇宙船だと絶賛してくれています。ありがたいことです。

—NASA側の評価はどうだったですか。

麻生　HTVの飛行は非常に正確でしたし、運用についても、何か起きても素早く原因を究明して先に進んで、打ち上げも含めて1分も違わない時間通りだったので、NASAの人たちも高く評価してくれました。HTVはISSにとってなくてはならないもので、このあと6機打ち上げることになっていますし、これが成功したことをNASAも非常に喜んでいます。

2年で100回もの、ありとあらゆる想定の訓練はやはり正しかったことがわかった

—ISSを離脱するときに、ご苦労された点はありましたか。

麻生　帰りにはISSのゴミを積み込むのですが、安全な離脱を行うためには、日々追加になるゴミの情報をもとに帰りのHTVの質量や重心などの特性を計算し、それをもとに何通りものシミュレーションを行って設定パラメータの妥当性を確認します。これが大変でした。

—大気圏への再突入で難しかった点はありましたか。

麻生　再突入させるためには、HTVの向きを反転させて、メインエンジンを約7分間も噴射するマヌーバが必要です。これはISSに行く時には行ったことのない大きいマヌーバでしたが、結果はうまくいきました。ISS離脱から再突入するまで2日間くらいありましたので、その間にいくつかの試験を行いました。

—今回は「技術実証機」でしたから、宇宙空間でいろいろ調べてみるのは大事ですよね。

麻生　行なったのは、HTVがISSのロボットアームから離れなくなってしまった際に分離させる機構、与圧部の気圧が上がりすぎた場合に空気を船外へ逃がす機構、曝露パレットをロボットアームで最後まで入れられなかった時に、強制的に引き寄せる機構などです。これらは、今回の飛行がすべて順調にいったので、どれも一度も使わなかったのです。

—再突入がうまくいったときには、どんなことをお考えになりましたか。

麻生　有人プログラムに携わって以来10年間の努力がすべて報われた気がしました。と同時に、次号機の運用への反映事項、運用体制の効率化、運用者の追加育成など山積する課題も次々と浮かんできました。

—今回の成果をまとめていただくと、どうなりますでしょうか。

麻生　HTVのハードウェアそのものの実証ができたということ以外に、運用の立場から言うと、訓練の重要性ですね。非常に忠実度の高いシミュレーターを使って、ありとあらゆるケースを想定した訓練を、2年間に100回も行うようなことに意味があるのかという疑問も最初の頃はあったのですが、今回の運用をやってみて、やはりこれだけ訓練をしてきたのは正しかったことが分かりました。それが、今回得られたいちばん大きなことですね。

—次に向けた訓練が始まりますね。

麻生　じつは少し休めるかなと思ったのですが、全然ダメでした（笑）。

ISSのロボットアームSSRMSにより取り外され、ISSから離れていくHTV技術実証機（10月31日）

ＨＴＶ技術実証機、全ミッション完了！

打ち上げから大気圏再突入までを支えた筑波のＨＴＶ運用管制室

10月31日、ISSからHTV技術実証機を放出した

9月18日、ISSのロボットアームによるHTV技術実証機の把持が成功し、喜び合うHTV運用管制チームのメンバー。

中央は山中HTVフライトディレクタ

喜び抱き合う山中HTVフライトディレクタ(左)と麻生HTVフライトディレクタ(中央)

筑波宇宙センターにあるＨＴＶ運用管制室は、国際宇宙ステーション（ＩＳＳ）に物資を輸送する宇宙ステーション補給機（ＨＴＶ）が行き来する際、ＨＴＶの飛行を安全に制御及び監視する施設です。

今回の技術実証機のミッションに当たっても、米国・ヒューストンにあるＮＡＳＡジョンソン宇宙センターにあるミッションコントロールセンターと協力・連携して、ＨＴＶの運用業務を実施しました。

この写真は、２００９年11月２日にＨＴＶ技術実証機が大気圏に再突入した後、ミッションの成功を祝う様子です。

雲・エアロゾル・放射を観測して

地球温暖化の予測精度を向上させるEarthCAREミッション

雲エアロゾル放射ミッション“EarthCARE”（Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer）は、日本が欧州宇宙機関（ESA）と協力して開発を進める地球観測衛星です。4つの搭載センサで、雲、エアロゾル（大気中の浮遊微粒子）の全地球的な観測を行い、気候変動予測の精度向上に役立てようというものです。JAXAは、情報通信研究機構（NICT）と共同で、このEarthCARE衛星に搭載される雲プロファイリングレーダ（CPR）の開発を進めています。今回は、EarthCAREミッション日欧科学会合で、英国レディング大学のイリングワース教授と共に共同議長を務める東京大学気候システム研究センター長の中島映至教授に話を伺いました。

中島映至
NAKAJIMA Teruyuki
東京大学気候システム研究センター長、教授

EarthCARE衛星のイメージ図 ©ESA

現代の気候研究では雲とエアロゾルの観測が不可欠

――ＥａｒｔｈＣＡＲＥの重要性についてお聞かせください。

中島　２００７年に発表されたＩＰＣＣ（気候変動に関する政府間パネル）の第四次評価報告書では、気候モデリングによる21世紀末の温暖化予測は1～6度Cくらいの幅があります。このような予測の幅が生まれるのは、半分は石油の消費量といった社会シナリオによる違い、残りの半分は気候モデル自体がまだうまくできていないことによるものです。

ポイントの１つは、「雲」です。世界中で使われている気候モデルに同じ二酸化炭素の量を与えても、それぞれ違う結果が出てきてしまいます。その理由を調べていくと、「雲」の扱いが異なることがわかりました。ある気候モデルでは、高度の高い雲が発生しやすい。高くて薄い雲は、地球をブランケットのように覆うので温室効果が発生し、地球が暖まりやすい。一方、別のモデルでは低い雲が発生しやすい。低い雲は、太陽光線を反射するため、冷却効果、つまり日傘効果が発生します。こうした違いで幅が出てしまうのです。

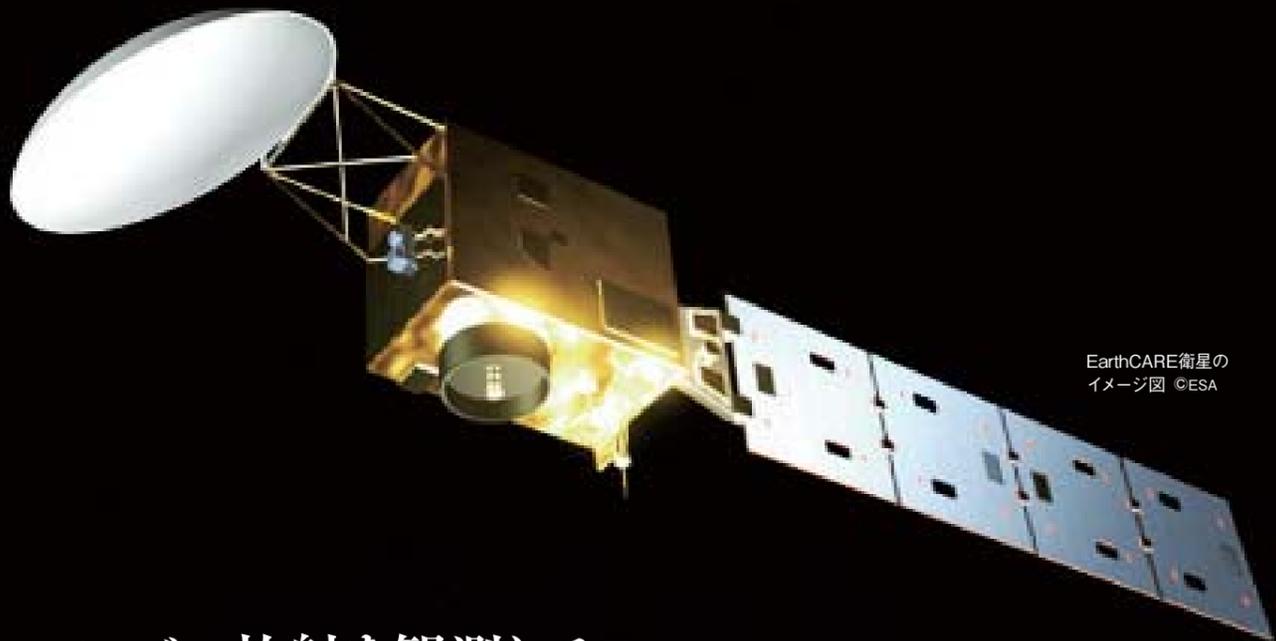
もう１つのポイントは、「エアロゾル」です。じつは、地球の過去１００年間の気温上昇は、温室効果だけを考えるともっと高くなるはずなのです。つまり、地球を冷やす原因がなければならないわけで、それが大気汚染物質からつくり出されるエアロゾルによる太陽光の反射だと考えられています。しかし、エアロゾルの効果については、まだ不明な点が多いため、将来予測においても不確定性を高める要因になっています。

雲の立体構造をつかむ日本の雲レーダーを搭載

――雲とエアロゾルの扱いが問題になってくるわけですね。

中島　雲もエアロゾルも、「どの高度に存在するのか」ということが大問題になってきます。しかし、光学カメラで地球を撮影しても、どの高さに雲やエアロゾルがあるかはわかりません。そこで、人工衛星に搭載したレーダーやライダー（レーザー光を用いたレーダー）など４つのセンサで観測しようというのがＥａｒｔｈＣＡＲＥ計画なのです。

――ＥａｒｔｈＣＡＲＥに搭載されるレーダーの開発をＪＡＸＡとＮＩＣＴが担当しているわけですね。

中島　雲粒は雨粒よりもずっと小さく、大きさは数マイクロメートルから数十マイクロメートル程度です。このような雲粒を高感度で観測するために、雲プロファイリングレーダ（ＣＰＲ）とよばれる装置を開発しています。衛星から電波を発射し、雲から散乱されて戻ってくる電波を測定するのですが、一般的な降雨レーダーよりも10分の１程度短いミリメートル波長の電波を発射します。また、厚い雲から薄い雲まで、さまざまな雲を観測するため、アンテナの大きさは直径２・５ｍにもなります。これは衛星に搭載されるこの種のアンテナとしては世界最大級のものです。

――これまでは雲の立体構造はわからなかったのですか。

中島　そうですね。熱赤外線センサを使うと、高さ方向の情報がかろうじてわかるのですが、絶対的な高度は測定できませんし、雲が何層にも重なっていると一番上の高さしかわかりません。雲の立体構造に関するデータがなかったために、気候モデルでは雲を組み込むことができなかったとも言えます。ＥａｒｔｈＣＡＲＥのデータによって、気候モデルも鍛え直すことができるようになります。

日欧が協力し2013年打ち上げをめざす

――ＥａｒｔｈＣＡＲＥ計画に至る経緯はどのようなものですか？

中島　雲粒やエアロゾルの鉛直方向の分布や、雲粒が上昇・下降する速度の観測などを、日本で単独で行うには予算的に難しく、海外との共同研究で行うしかありませんでした。そこで、日本とＥＳＡの共同研究が始まったわけです。もう１つ、日本に衛星搭載降雨レーダーの実績があったことも、大きなポイントだったと思います。日本とＥＳＡが、それぞれの得意分野の技術をうまく組み合わせていくことになります。

――得られたデータは今後どのような形で利用されていくのでしょうか。

中島　ＥａｒｔｈＣＡＲＥは、できるだけ長い間観測してデータを取り、統計的に処理されたデータを気候モデルの検証に利用することを目的にしてします。ですから、できるだけ多くの研究者にデータが渡るようにしたい。できれば、ＥＳＡが担当するセンサの観測データも解析して、若い研究者のために活用したいと考えています。

――データ解析センターのような組織をつくるのでしょうか。

中島　ＪＡＸＡの内部にサーバーを置きますが、気候研究にはさまざまな分野があって、それをすべてＪＡＸＡに集めることは不可能です。ですから、解析データをネットワークで使えるような形にしたいと、個人的には考えています。じつは、ＥＳＡがそうした手法になりつつあります。衛星のデータ解析の手法も、新しい時代に入りつつあると言えるでしょう。

――打ち上げは２０１３年ですが、計画は順調に進んでいるのでしょうか。

中島　順調に進んでいます。苦労している部分もありますが、全体の計画を遅らせるような問題は起きていません。２０１３年という年は、気候研究にとって重要な年になりそうです。

ESAが衛星本体の設計と打ち上げを、JAXAとNICTが搭載されるCPRの開発を担当する

（上）2003年4月におけるエアロゾルの光学的厚さ（NASA MODISチーム提供）
（下）同時期における低層雲の雲粒子半径（ミクロン）（JAXA みどりⅡ衛星GLIチーム提供）。エアロゾルの光学的厚さが大きな領域で雲粒子半径も小さくなっており、地球規模で大気汚染の雲への影響が進んでいることがわかる

大型風洞で〝放水〟実験 火事を鎮める国産飛行艇の開発

飛行機やクルマだけでなく、ビルや橋梁の設計にも、ときにはスキーやスケート選手のフォームの研究にまで、「風洞実験」は有力なツール(道具)として活用されてきた。風洞実験とコンピューターシミュレーションを両輪に、現代社会はデザインされているといっても過言ではないほどだろう。本稿では2009年夏に行われた、いっぷう変わった風洞実験とその背景を、研究開発本部風洞技術開発センターの伊藤健主幹研究員のコメントを交えながら解説する。

(取材・文／喜多充成)

消防飛行艇の想像図(新明和工業提供)

国産機開発を支えた大型風洞

JAXAでは宇宙機や航空機開発のために極超音速、超音速、遷音速、低速の4種類の風洞を運用しているが、そのうちで最大のものが低速風洞「LWT1」。

模型を設置する測定部には高さ6.5m×幅5.5mと電車が走れるほどの空間があり、直径9.3m、軸動力3000kw(約4000馬力)のファンが最大風速70m/s(250km/h)の〝高品質な風〟を発生させる。

航空写真で見るとはっきりするが、調布航空宇宙センターの敷地東南縁に位置するこの施設は、1周200mという長方形の風路の回廊にかたどられた、1棟の建物そのものなのである。

竣工は1965年だが、測定には常にその時代の最新の技法が採り入れられ、日本で開発される航空機・関連部品の試験を一手に引き受けてきた。それももっともデリケートな挙動を示す離着陸時を模擬する試験設備として、大きな貢献を果たしてきたのである。

ユニークな飛行艇から消防機が生まれる

LWT1に、鰹節(かつおぶし)のような形の黒い固まりが持ち込まれた。海上自衛隊が運用する救難飛行艇「US−2」の開発経験に基づいて設計された8分の1スケールの艇体(胴体)モデルである。

US−2は4発のターボプロップエンジンと、BLC(超低速飛行のための機構)用のガスタービンエンジン1基を備え、最大波高3mの外洋に離着水できるという特異な能力をもつ国産飛行艇だ。

神戸市東灘区の新明和工業が製造組み立てを担当しているが、量産される飛行艇でこのような大型のものは世界にはなく、外洋に離着水できる飛行艇を救難用途で運用する部隊も他国にはない。

低速かつ短距離で離水する姿は天空からワイヤーでつり上げられているかのようだし、「試験飛行のたびに『飛行機が海に墜落した!』という110番通報が常だった」、「尼崎競艇場のような狭い水面からでも、たぶん飛び立てる」(開発関係者)というほど、ありえない飛び方ができる飛行機である。

そして、このスケールモデルがLWT1に持ち込まれたのは、US−2の技術をベースに「消防飛行艇」への転用を図る計画が動いているからだ。

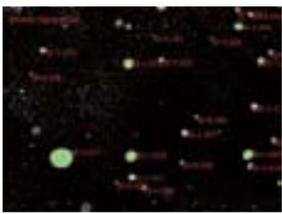
背景にはこんな事情がある。

比類ない性能を備える航空機は、そのユニークさゆえ価格も高い。しかし、その特殊な性能を発揮できる場を見つけられれば、量産機数を増やしコストを下げることができ、日本の独創技術が生んだ飛行艇の活躍の場もさらに広がってくれるはずだ。そして、これこそ阪神・淡路大震災の被災企業である新明和工業のミッションではないか……。

送風ファンとコントロールルーム

上／風洞試験用のスケールモデル
左／神戸沖で離水するUS-1A改(US-2の開発名)2号機。(水しぶきは放水したものではない)

関係者の切なる願いが生んだ消防飛行艇計画にJAXAは、財団法人日本航空機開発協会と共に、放水散布の共同研究で参画。そして、水タンクを備えた艇体のモデルが持ち込まれ、9月9日から13日間にわたる実験が始まった。

シミュレーションの精度向上に貢献

消防飛行艇がターゲットとするのは、震災時の大規模火災、そして地球温暖化で世界的に危険度が増している山火事災害だ。

とくに山火事は地上からのアクセスが不可能であることが多く、空からの放水による「防火帯の構築」が消防戦略上きわめて大きなウエイトを占める。そして放水分布の緻密なコントロールが必要とされる。

散布される水をインクとすれば、ある程度以上の「濃度」である程度以上の「面積」を、「隙間なく塗り重ねていく」ことで初めて防火帯は機能する。どれほどの濃さでどれほどの面積を塗れるかは、飛行高度、速度、放水パターン、風などの諸条件に大きく影響される。風洞技術開発センター主幹研究員の伊藤健は、風洞実験のねらいをこう解説する。

「水を投下すると、大きな水塊がしだいに細かい飛沫(ひまつ)に分裂しながら飛散します。水の粒が小さいほど風下に流されるため、分布範囲はより広くなる……。ここまではだれもが経験的にわかっている話ですが、ではどの程度の粒径でどの程度の量がどう広がるのか?定量的な話はできていないし、最新のコンピューターシミュレーション技術をもってしても、なかなか追いつかない領域なんです。だからこそ、こうした風洞実験で基礎的なデータを集積していくことが重要になります」

床に整然と並べられているのは、紙オムツに似た吸収剤を入れたプラスチックカップ(写真)。実験前後の重量増を測ることで、放水された水がどう分布したかを確かめる地道な作業が、学生アルバイトも動員した人海戦術で繰り返された。

「もちろん、落下していく水の様子を高速度カメラで撮影したり、風での流されやすさに大きく関わってくる水の粒の大きさや形状、さらに水滴一粒一粒の速度分布などのデータも、PIV(粒子画像速度計測法)など最新の測定手法で取得できました」(伊藤主幹研究員)

これらのデータは数値解析の精度向上、つまり、より現実に近いコンピューターシミュレーションを可能にするために役立てられ、ひいては消防飛行艇の付加価値を高めることにつながっていく。

LWT1での放水試験。プラスチックカップの位置と重量を記録することで散布密度を把握する。

日本ならではの技術で活躍に期待

世界の消防機マーケットで過半数を占めるのは、カナダ・ボンバルディア社のCL215/CL415のシリーズ。消防飛行艇の代名詞といわれる存在で、稼働するのは140機前後だ。

地球温暖化の進展に伴い危惧される山火事災害の増加で、陸上機を改造した消防飛行機のニーズも高まっている。

航空貨物大手のエバーグリーン社はB747を改造した「スーパータンカー」を製作。NASAはこの機のほかDC10改造機などの大型消防機の安全性と有効性に関わる評価試験を、米国森林庁の依頼を受けて行っている。何しろアメリカ1国だけでも1990年代以降の山火事による被害面積はオレゴン州に匹敵し、被害額は100億ドルに達しようというほど。もちろんオーストラリア、トルコ、インドネシア、ブラジル……。山火事は各国を悩ませる喫緊の課題となっているのだ。

そうした市場に、US−2転用の消防飛行艇が打って出る。

飛行艇ならではの強みは、水上滑走しながらわずか13秒で15トン(タンクローリーが最大10トン、カナダ機は4トン)を取水できる点。上空が開けたそれなりの大きさの水面であれば、湖沼でも海でも取水が可能で、すぐに離水し現場で放水、戻って取水……、を繰り返すことができる。陸上の支援設備をもたない場所でもミッションを遂行できる点は、大きなストロングポイントだろう。

そして今回の風洞実験で得られたデータは、ハードウエア(放水扉の設計、機体への影響等)とソフトウェア(散水分布シミュレーションの高度化等)の両面で、消防飛行艇の新たな価値を加えることになる。

が、それだけではまだ足りない。世界のマーケットで勝つためには、メンテナンスやサービス品のフォローまで含めた体制を整えることが重要となる。衛星からの支援も不可欠に違いない。水に添加することで消火防火効果を何倍にも高める、環境負荷の小さい薬剤の研究も進んでいるという。

ニッチだが重要な分野で感謝され尊敬される仕事こそ日本の進むべき道であるなら、消防飛行艇ほどふさわしい存在はあまり見当たらないのではないだろうか。

研究開発本部
風洞技術開発センターの
伊藤健主幹研究員

落下水滴の粒径計測・
データ処理画面

飛散する水粒を高輝度LED照明を用いた特殊な方法で撮影した画像。解析により粒径(図中の数値。単位はmm)と速度(複数画像の比較から)のデータを大量に取得、数値シミュレーションの精度向上などに役立てられる。

陸域観測技術衛星「だいち」が観測したオーストラリアの山火事被害の広がり(右が被災前、左が被災後。本来の緑色を赤く強調したフォールスカラー画像。被災した森林が緑に変化しているのがわかる)

天を舞う人類の憧れを実現した若田光一宇宙飛行士の「飛天」

2009年4月30日、世界で初めて、宇宙での舞踊が国際宇宙ステーションで行われました。若田光一宇宙飛行士による「飛天」です。約1600年前の遺跡に描かれた、天を舞う人類の憧れがついに実現したのです。代表提案者であるお茶の水女子大学の石黒節子名誉教授は、どんな想いでこの飛天を見つめていたのでしょうか。

敦煌と法隆寺の飛天から選んだ3つの基本姿勢

敦煌市の郊外にある仏教遺跡・莫高窟（ばっこうくつ）はシルクロードの要所であり、中国古代の美術の宝庫です。莫高窟には4500種もの空を飛ぶ天女「飛天」が描かれています。飛天は数百年以上もの時を経て、多種多様に形を変えて日本に伝わり、法隆寺の壁画にも色濃い影響を与えたとされています。花を降らせ、楽を奏しながら平和を祈り、死者の霊を慰め、虚空を飛行するものです。

今回、若田光一宇宙飛行士には、敦煌と法隆寺に描かれている飛天の形から、「飛行」、「回転」、そして「座禅」の3つの基本姿勢をお願いしました。

舞踊は踊ればいいだけではありません。日常から非日常に移行するために、化粧で変身して舞台装置で雰囲気を作り、衣装で演じる人格になりきる。それらすべてが必要なのです。若田宇宙飛行士には仏像の表情も参考にしてもらいました。

衣装は帝釈天のイメージでデザインしました。シルクの生地に、額と首筋などに蓮の生地を使い茶色いアクセントとなっています。100種類ぐらい衣装のデザインをしたのですが、化繊は安全審査が厳しくて、苦労しましたね。舞台装置は白いスクリーンを張って、実験装置を隠してもらうのが精いっぱいでした。

宇宙での舞を終えて、今はとても敬虔な気持ち

敦煌の飛天が好きで踊っていた私が、2001年に「宇宙で飛天を」というお話をいただいて、それから実現まで約8年。科学技術と舞踊は、理性と感性、技術と心という反対の世界。実現までこぎ着けたのは奇跡的だとすら思います。

若田宇宙飛行士は打ち上げ約半年前の一度の訓練と宇宙滞在中のテレビ会議だけでリハーサルもなしに取り組んでくださいました。通常、振り付けは何か月もダンサーと議論しながら進めます。リハーサルなしで行うことはあり得ませんが、若田さんはとてもまじめに何度もやり直しながら取り組んでくださった。ふつうの人はここまでできないでしょう。

宇宙での飛天の舞をすべて終えることができて、今は人智を超えた大きな力で守られているという敬虔な気持ちになりました。来年1月8、9日には東京の新国立劇場で、飛天プロジェクトの集大成となる公演「飛天ファイナル」を予定しています。

私自身は、これから地上の人間の生活を楽しむつもりです。聖なる天女に長年関わってきたので今度は悪女をいっぱい演じないと、バランスがとれませんね（笑）。（談）

石黒節子
ISHIGURO Setsuko
お茶の水女子大学 名誉教授

「飛天」に使った蓮の花

飛行

指をそろえて腕を伸ばし、足を開かずに、できるだけ胸を上げて上体を反らしてくださいとお願いしました。若田宇宙飛行士は、最初は緊張していたようですが、そのうちとても上手になって、途中で動きが中断せずに流れていくようになりました。

回転

舞踊では回ることが非常に大事な要素です。若田宇宙飛行士には絹の羽衣をまとってもらい、水平方向と垂直方向で回転をお願いしました。首を中心とした回転のイメージはあしかの動きでした。ところが宇宙では、身体の軸があらゆる方向に変化していきました。無重量では、あらゆる方向にあらゆる姿勢で回ることが可能なのです。

座禅

宇宙では床がないため、膝を持ち上げるのが大変だったようです。和紙でつくった蓮の花を両手で捧げ、花びらをまいてもらいました。この時の若田宇宙飛行士が、とてもうれしそうな表情で笑っています。その瞬間がとても綺麗で、映像を見た人はみな幸せな気持ちになります。事前に東寺の帝釈天（たいしゃくてん）の写真を宇宙に送ってイメージを膨らませてもらいました。

上記写真９点は、「飛天プロジェクト」石黒節子／JAXA（実施）

金星探査機「あかつき」応援キャンペーン経過報告

このたび名称が「あかつき」と決まった金星探査機PLANET-C。
これを応援するキャンペーンが始まりました。
まずメッセージキャンペーンが先行で始まりましたが、
今後もさまざまな形での応援キャンペーンが進められる予定です。

1 インターネット申し込みの際にダウンロードできる乗車証
2 3 相模原キャンパスで試験中の「あかつき」と、メッセージの搭載予定位置
4 搭載するアルミプレートのイメージ
5 木曽町の三岳小学校での寄せ書きの様子

パートナーの公募で多角的なキャンペーン展開

JAXA（およびその前身の１つである宇宙科学研究所）では、地球を遠く離れ太陽系を旅する火星探査機「のぞみ」、小惑星探査機「はやぶさ」、月周回衛星「かぐや」に、名前やメッセージを積んで宇宙に届けるキャンペーンを行ってきました。そして今回は金星に探査機を送るという機会が得られましたので、プロジェクト関係者の了解のもとで、国内外に広く呼びかけてメッセージなどを集め、それを縮小印刷して探査機に取り付けて金星周回軌道に投入することで、宇宙や地球への関心を高め、日本の宇宙科学研究を国内外に広く紹介しようと考えています。

このようなキャンペーン自体は珍しいことではないのですが、それでも「かぐや」の「月に願いを！」キャンペーン以来ですから、ほぼ3年ぶりということになります。また、今回のキャンペーンにはこれまでにない新しい点がいくつかあります。① JAXA が単独で実施するのではなく、共同で実施するパートナーを公募したこと。②名前等を金星に届ける活動を基本線として、キャンペーンのアイデアそのものを募集したこと。これは外部のアイデアを受け付けることで、斬新な企画の発掘やパートナーの販路を利用したより広い範囲へのキャンペーン展開が期待されます。③複数のパートナーや企画を採択する（つまり、競合排他は認めない）こと。応募のあった中から、実現可能性や、国内外の不特定多数の人へのアピール性などを判断し、条件付きで４件の採択を決めました。

一番星に願いを！

手始めはメッセージキャンペーンで、その名も、「お届けします！あなたのメッセージ、暁の金星へ」。このために JAXA は、探査機の重量バランスをとるために必要な 12cm × 8 cm のアルミプレート 100 枚の表面に白黒で文字などを印刷する機会を提供しました。火星探査機「のぞみ」の時に行ったのと似た手法です（http://www.jaxa.jp/event/akatsuki/）。

今回のメッセージ募集は、個人向け窓口はパートナーである世界天文年 2009 日本委員会が担当し、インターネット経由で受け付けています。ご自分のお名前（ニックネーム）などだけでもかまいませんし、家族（ペットを含む）の分の代筆も可能です。記念乗車券を模した証明書がダウンロードできますので、ぜひお申し込みください。

一方、100 名を超える団体向けには、画像を載せる機会も用意しました。幼稚園や学校、施設、科学館、会社、自治体などの団体をはじめ、お祭りや天体観望会などの機会を利用した応募も受け付けます。印刷は白黒で、皆さんからいただいたものをさらに縮小するので画素数にも限りはありますが、来場者の寄せ書き、手形、文化祭や卒業制作などの芸術作品、校庭で人文字をつくって写真に撮ったものなど、いろいろな可能性があると思います。自由な発想で作成したものを、A４サイズに縮小白黒コピーして、参加人数（100 名以上）を集計の上でお送りください。

12 月 25 日が締め切りです。この機会をお見逃しなく。

阪本成一
SAKAMOTO Seiichi
宇宙科学研究本部対外協力室教授。専門は電波天文学、星間物理学。宇宙科学を中心とした広報普及活動をはじめ、ロケット射場周辺漁民との対話や国際協力など「たいがいのこと」に挑戦中。

写真は「あかつき」の前でTV取材を受ける筆者。

JAXA最前線

INFORMATION 1

星出彰彦宇宙飛行士が2012年に国際宇宙ステーションへ長期滞在

星出彰彦宇宙飛行士が、このほど国際宇宙ステーション（ISS）第32次／第33次長期滞在搭乗員に決定しました。滞在時期は2012年初夏頃から約6か月間程度で、打ち上げ、帰還ともソユーズ宇宙船を利用します。

星出宇宙飛行士は2008年6月にスペースシャトル「ディスカバリー号」に搭乗したSTS-124／1Jミッションが初飛行で、「きぼう」船内実験室の組み立て作業などを行いました。現在も宇宙飛行士訓練を継続しているほか、軌道上の宇宙飛行士と交信を行う「クルー交信担当」として、NASAのミッション・コントロール・センターにおいてISS運用に貢献しています。

今回決まった長期滞在では、ISSフライトエンジニアとして、宇宙環境を利用した科学実験、「きぼう」日本実験棟を含むISS各施設のシステム運用及びISSロボットアーム操作を実施する予定です。

JAXA宇宙飛行士の搭乗計画　（2009年11月18日現在）

2009年　2010年　2011年　2012年　2013年

- 若田光一宇宙飛行士　第18次／第19次／第20次長期滞在（完了）：15A 2009年3月16日打ち上げ／2J/A 7月31日帰還
- 山崎直子宇宙飛行士：19A 2010年3月18日以降打ち上げ予定
- 野口聡一宇宙飛行士　第22次／第23次長期滞在：Soyuz（21S） 2009年12月21日から約半年間滞在予定
- 古川 聡宇宙飛行士　第28次／第29次長期滞在：Soyuz 2011年春頃から約半年間滞在予定
- 星出彰彦宇宙飛行士　第32次／第33次長期滞在：Soyuz 2012年春頃から約半年間滞在予定

INFORMATION 2

韓国・テジョンで開催された

第60回IACに立川理事長参加

宇宙機関長によるパネルディスカッション（右端がJAXAの立川敬二理事長）

第60回国際宇宙会議（IAC：International Astronautical Congress）が2009年10月12～16日に大韓民国大田（テジョン）広域市で開催されました。

このIACは各国持ち回りで開催される世界規模の宇宙関連学会で、ちょうど60回目を迎える今回のテーマは"Space for Sustainable Peace and Progress"（持続的平和及び発展のための宇宙）。12日の開会式には、李明博（イ・ミョンバク）大統領も出席して祝辞を述べました。

会期中は研究発表を始め、展示会、ワークショップ、ソーシャルイベント等も行われました。

INFORMATION 3

GOSATプロジェクトが

「いぶき」で日経地球環境技術賞を受賞

GOSATプロジェクトチームは、今年1月に打ち上げた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）の開発と打ち上げに対し、このほど「第19回日経地球環境技術賞」（主催・日本経済新聞社）を受賞しました。同賞は、地球環境問題に関する調査、研究、対策技術の開発などで「地球環境保全と持続的な発展」に貢献する優れた成果に対して贈られるものです。「いぶき」は二酸化炭素やメタンなど温室効果ガスの濃度分布を全球規模で観測する、JAXA、国立環境研究所、環境省の共同プロジェクトです。

10月18日に行われた表彰式に出席した宇宙利用ミッション本部事業推進部の浜崎敬部長（右）とGOSATプロジェクトチームの久世暁彦主任開発員（左）

INFORMATION 4

「いぶき」と「かぐや」

観測データの一般提供を開始

JAXAはこのほど、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」と月周回衛星「かぐや」が観測したデータの一般提供を、それぞれ開始しました。

「いぶき」の観測データ提供は、輝度スペクトルデータ及び地球観測画像データの初期校正作業が完了したことに伴い始めたもので、今後は2010年1月末をメドに、二酸化炭素、メタン濃度データの一般提供も開始する予定です。

データは、利用希望者が国立環境研究所のデータ提供に関するウェブサイトよりユーザ登録すれば、希望する地点、日時のデータをダウンロードできます（ユーザ登録には電子メールアドレスが必要です）。

また、「かぐや」は、定常運用期間（2007年12月～09年10月）における処理済み観測データのインターネットによる一般提供を開始しました。これは、「かぐや」搭載科学観測機器から得られたデータを処理・校正したもので、月に関する科学研究に利用できる情報を提供するものです。

同時に「かぐや」のデータをインターネット上で手軽・自由に閲覧できる「かぐや3Dムーンナビ」の提供も開始しました（利用には専用ソフトウェアのダウンロード・インストール［無償］が必要です）。今後は随時、公開データ拡充させていく予定です。

「かぐや3Dムーンナビ」
（http://wms.selene.jaxa.jp/3dmoon/）
「かぐや（SELENE）データアーカイブ」
（http://www.soac.selene.isas.jaxa.jp/）

国立環境研究所の
「いぶき」データ提供に関するサイト
（http://data.gosat.nies.go.jp/）

準天頂衛星（CGイメージ）

INFORMATION 5

「準天頂衛星初号機」愛称募集キャンペーン

JAXAでは、山間地、ビル陰に影響されず、日本全国をほぼ100％カバーする高精度な測位サービスの提供を目的とした準天頂衛星システムの開発を行っており、その準天頂衛星初号機を2010年度に打ち上げる予定です。

この衛星に対して広く皆さまに親しみをもっていただくため、現在、衛星の愛称を募集しています。応募締切は、12月16日（水）日本時間17時00分（はがきの場合は、12月16日の消印有効）。応募方法は、インターネット、はがきによる応募のほか、JAXAの各事業所（一部除く）での直接応募もできます。

選定した愛称をご提案してくださった全員に、特典として認定証と記念品を送付するほか、副賞として、種子島宇宙センターでの準天頂衛星初号機の打ち上げ見学に1組様をペアでご招待します（選定愛称ご提案者の中から抽選いたします）。詳しくは、JAXAウェブサイト（https://www.qzs-campaign.jp/）でご確認いただくか、キャンペーン事務局（TEL.03-5200-1316、受付は平日9時15分～17時30分）までお問い合わせください。

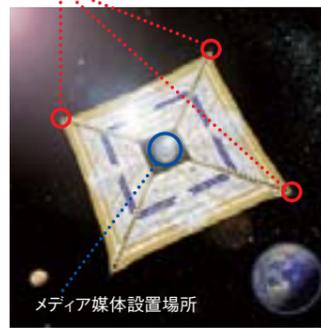
INFORMATION 6

来年度打ち上げ予定のIKAROS

あなたの名前とメッセージを募集

JAXAが2010年度に打ち上げ予定の小型ソーラー電力セイル実証機IKAROSを広く皆さまに知っていただくため「君も太陽系をヨットに乗って旅しよう！」キャンペーンを12月初旬から実施します。

このキャンペーンは、皆さまから募集したお名前やメッセージをメタルプレート及びメディア媒体に記録して、IKAROSと一緒に宇宙へ送ろうというものです。

このキャンペーンは米国惑星協会と協力して行っており、応募いただいたメッセージはIKAROSだけでなく、同協会が2010年末に地球周回軌道上へ打ち上げ予定のソーラーセイルLightSail-1にも搭載されます。

IKAROS展開後　イメージ図

キャンペーンの詳細は、http://www.jspec.jaxa.jp/ でご確認ください。

INFORMATION 7

「きずな」を使って宇宙からクリスマスメッセージを送ろう

JAXAは、超高速インターネット衛星「きずな」の基本実験であるネットワーク応用実験の一環として、一般の方への広報と利用促進を目的とした「クリスマスメール」配信イベントを実施しています。ご家族や友人にクリスマスメッセージを送信するアドレス登録を、宇宙利用ミッション本部のウェブサイト（http://www.satnavi.jaxa.jp/）にて募集しています（12月18日締切）。メッセージメールには、選択式でイラスト画像を添付できます。皆さまの多くのご登録をお待ちしています。

メッセージにはイラスト画像が添付されます

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.029

発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー

2009年12月1日発行

ウェブマスタのとっておき、おすすめコンテンツ

JAXAウェブサイトを見よう!

上空を飛ぶ衛星を、地図上で確認

国際宇宙ステーション（ISS）は、地上およそ400kmの高度を地球1周約90分で回っています。

現在3000個以上の人工衛星が地球の周りを回っていますが、それぞれ軌道や高度はさまざまです。人工衛星はその目的によって、静止衛星のように赤道上を水平に回っているものや、太陽観測衛星「ひので」のように赤道に対してほぼ南北縦に回っているもの、ISSのように赤道に対して斜めに回っているものと、さまざまな角度で地球を周回しています。また回っている高度も、地球観測衛星は数百km前後ですが、静止衛星は約3万6000kmと実にさまざまです。

「軌道データ提供システム」（http://odweb.tksc.jaxa.jp/）では、ISSはもちろんJAXAが運用している「いぶき」「だいち」「あかり」「すざく」などの人工衛星の現在位置を、世界地図上で確認できます。

自分の住んでいる地域の上空を飛んでいる人工衛星を調べて、空を見上げてみるのも面白いかもしれません。

軌道データ提供システム　http://odweb.tksc.jaxa.jp/

特にISSは非常に明るいため、地上から比較的簡単に見ることができます。「ISSを見よう」（http://kibo.tksc.jaxa.jp/）では、自分の住んでいる地域から、いつ、どの方向にISSが見えるかを詳しく紹介しています。天気が良ければ、高速に移動する金星以上の明るさのISSを見ることができるでしょう。まもなく始まる予定の野口宇宙飛行士の滞在中に一度ご覧になってはいかがでしょうか？

※ご覧いただくためには、「Java SE Runtime Environment」「Java 3D API」「Adobe Flash Player」をインストールしておく必要があります。

ISSを見よう
http://kibo.tksc.jaxa.jp/

広報部　〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング3階
TEL:03-6266-6400　FAX:03-6266-6910

JAXAウェブサイト　http://www.jaxa.jp/
メールサービス　http://www.jaxa.jp/pr/mail/